

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-158543

(P2002-158543A)

(43) 公開日 平成14年5月31日(2002.5.31)

(51) Int. C1.⁷H03F
1/02
1/52
3/217
3/72

識別記号

F I

H03F
1/02
1/52
3/217
3/72

テーマコード*(参考)

5J069
B 5J091
5J092

審査請求 未請求 請求項の数2

O L

(全7頁)

(21) 出願番号 特願2000-351408(P2000-351408)

(22) 出願日 平成12年11月17日(2000.11.17)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 仲上 太郎

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー
株式会社内

(72) 発明者 島 崇

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー
株式会社内

(74) 代理人 100080883

弁理士 松隈 秀盛

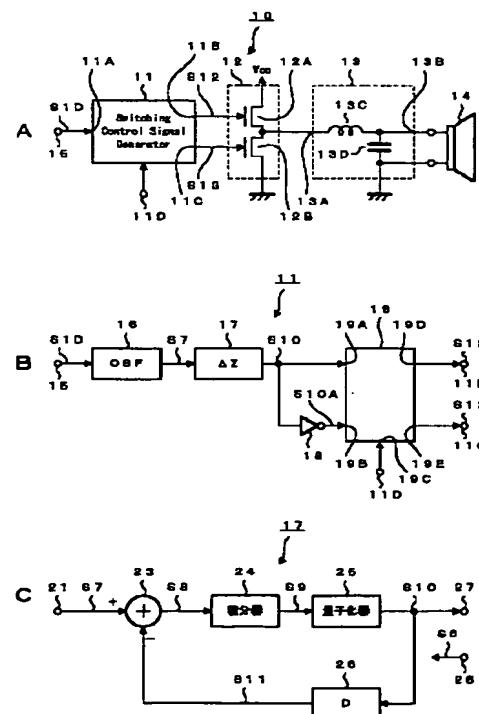
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】デジタルパワーアンプ

(57) 【要約】

【課題】デジタルパワーアンプがミューティング状態にあるときの消費電力を低減する。

【解決手段】D級増幅器10で構成されたデジタルパワーアンプであって、スイッチング制御信号発生器11で、可聴周波数帯域デジタル信号S1Dに応じて生成されたスイッチング制御信号S12、S13に基づき、スイッティング制御される電力スイッチング部12を、このスイッティング制御信号発生器11にミューティング信号入力端子11Dを通じてミューティング信号が入力された状態においては、可聴周波数帯域デジタル信号S1Dの有無にかかわらず電力スイッチング部のスイッティング動作を停止させて、このデジタルパワーアンプの消費電力を低く抑えることができるようとした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 デジタルパワーアンプであって、スイッチング制御信号発生器と、電力スイッチング部よりなり、前記スイッチング制御信号発生器に入力されたデジタル信号に応じて生成されたスイッチング制御信号に基づき、前記電力スイッチング部をスイッチング制御すると共に、前記スイッチング制御信号発生器にミューティング信号が入力された状態においては、前記入力デジタル信号の有無にかかわらず前記電力スイッチング部のスイッチング動作を停止させることを特徴とするデジタルパワーアンプ。

【請求項2】 デジタルパワーアンプであって、スイッチング制御信号発生器と、電力スイッチング部と、前記デジタルパワーアンプの異常を検出する検出手段よりなり、前記スイッチング制御信号発生器に入力されたデジタル信号に応じて生成されたスイッチング制御信号に基づき、前記電力スイッチング部をスイッチング制御すると共に、前記検出手段により前記電力スイッチング部の異常が検出されたときには、前記入力デジタル信号の有無にかかわらず、前記検出状態に応じて前記スイッチング制御信号発生器を介して電力スイッチング部のスイッチング動作を停止させることを特徴とするデジタルパワーアンプ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電力増幅段をスイッチング制御するようにした場合に適用して好適なD級増幅器で構成されたデジタルパワーアンプに関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、一般に、D級増幅(class D amplification)と呼称される信号増幅器が、特に可聴周波数(audio frequency)帯域の信号の信号増幅器の一形態として知られている。このD級増幅器の典型的な例としては、図2A、B及びCに示した如く可聴周波数帯域信号S1をコンパレータで構成されたPWMアンプ(pulse width modulation amplifier)1の第1の信号入力端子1Aに供給し、この可聴周波数帯域信号S1よりも十分高い周波数の三角波形キャリヤー信号S2を第2の信号入力端子1Bに供給し、これら可聴周波数帯域信号S1と三角波形のキャリヤー信号S2をPWMアンプ1を介して比較し、この可聴周波数帯域信号S1をPWM信号S3に変換し、このPWM信号S3で電力増幅段を構成する電力スイッチング素子2をスイッチングして電源Vccから得た電力出力信号S4を、可聴周波数帯域外の高域周波数成分をカットする特性を有するパワーL PF(low pass filter)部3を介して得た可聴周波数帯域の電力の信号S5を、負荷4、この例では音響信号再生用のスピーカに供給して、音響信号として再生されるよう構成された信号増幅器が知られている。

【0003】 よってこの例においては、電力増幅段が上

述の如くスイッチング動作をするD級増幅であるため、高効率な増幅器を構成することのできる利点がある。またこの例においては、入力信号に無関係に、この可聴周波数帯域信号S1の信号レベルがゼロレベルに絞り込まれる、所謂ミューティングモードの場合等でも、電力スイッチング素子2のスイッチング動作を継続させた状態に保たれるようしている。この理由は、可聴周波数帯域信号S1の信号レベルが絞り込まれた状態で、このミューティングモードが解除されて信号レベルが立ち上った場合等に、ポップノイズ(所謂「ぼつ音」)が生じないようにするためである。

【0004】 そしてこの可聴周波数帯域信号S1の信号レベルが絞り込まれた状態では、三角波形のキャリヤー信号S2の繰り返し周期で、デューティサイクル(duty cycle)50%一定の状態のPWM信号S3をPWMアンプ1で生成し、このデューティサイクル50%一定のPWM信号S3で電力スイッチング素子2がスイッチングされる状態が維持されるようにし、この電力スイッチング素子2から出力される、キャリヤー信号S2の繰り返し周期を有しつつデューティサイクル50%一定のPWM信号S3がパワーL PF部3で遮断され、負荷4に供給されない状態が維持されるようしている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述したような先行技術にかかるD級増幅器1においては、電力スイッチング素子2としてパワートランジスタあるいはパワーFET(field effect transistor)素子を使用しているが、これらスイッチング素子の立ちあがり時間(rise time)及び立ちさがり時間(fall time)がゼロではないため、これらの時間においてこれらスイッチング素子が発熱し、このミューティング(muting)モードの期間中無駄な電力を消費するという課題があつた。

【0006】 更に、上述したような先行技術にかかるD級増幅器1においては、電力スイッチング素子2でスイッチングされたスイッチング電流をパワーL PF部3を介して音響信号再生用のスピーカという低インピーダンスの負荷4に供給しているため、このパワーL PF部3には、チョークコイルと大容量のコンデンサを組み合わせて構成した、所謂L C型パワーL PF部が使用されている。したがってこのミューティングモードの期間中あるいはこの期間外を問わず、この負荷4側が短絡した場合あるいはL C型パワーL PF部が接地された場合では、電源Vcc側から電力スイッチング素子2に短絡電流が流れ、電力スイッチング素子2に何等かのトラブルが発生する可能性があるという課題があった。

【0007】 本発明はかかる従来の課題に鑑みてなされたものであり、このミューティングモードの期間中の電力スイッチング素子の動作により無駄な電力が消費されるという課題を解決することを目的としている。

【0008】また本発明は、電力スイッチング素子の動作中に過大電流が流れた場合、或いはこの電力スイッチング素子の温度が許容温度範囲を越えた場合に、何等かのトラブルが発生する可能性があるという課題を解決することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述したような課題等を解決し、上記目的を達成するために、本発明の請求項1記載のデジタルパワーアンプは、スイッチング制御信号発生器と、電力スイッチング部よりなり、このスイッチング制御信号発生器に入力された可聴周波数帯域デジタル信号に応じて生成されたスイッチング制御信号に基づき、この電力スイッチング部をスイッチング制御すると共に、このスイッチング制御信号発生器にミューティング信号が入力された状態においては、この可聴周波数帯域デジタル信号の有無にかかわらずこの電力スイッチング部のスイッチング動作を停止させることができるように構成したことを特徴としている。

【0010】本発明の請求項2記載のデジタルパワーアンプはスイッチング制御信号発生器と、電力スイッチング部と、このデジタルパワーアンプの異常を検出する検出手段よりなり、このスイッチング制御信号発生器に入力された可聴周波数帯域デジタル信号に応じて生成されたスイッチング制御信号に基づき、この電力スイッチング部をスイッチング制御すると共に、この検出手段により電力スイッチング部の異常が検出されたときには、この可聴周波数帯域デジタル信号の有無にかかわらず、この検出状態に応じてこのスイッチング制御信号発生器を介して電力スイッチング部のスイッチング動作を停止させることができるようとしたことを特徴としている。

【0011】上述のように構成したことにより、本発明の請求項1記載のデジタルパワーアンプでは、この可聴周波数帯域デジタル信号の有無にかかわらず、ミューティング信号が入力された状態においては、このデジタルパワーアンプの消費電力が低減される。

【0012】本発明の請求項2記載のデジタルパワーアンプでは、このスイッチング制御信号の有無にかかわらず、電力スイッチング部のスイッチング動作を停止させることができるので、この電力スイッチング部を確実に保護することができる。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。なお以下の説明においては、アナログ信号を標本化・量子化し、この量子化された信号を符号化して得られたPCM(pulse code modulation)信号をデジタル信号と称し、このようにしてアナログ信号をPCM信号化することをデジタル信号化と称するものとする。

【0014】図1を参照しながら本発明にかかるデジタルパワーアンプの実施の形態の一例について説明する。

【0015】図1Aは、デジタルパワーアンプの一具体例としてD級増幅器の一例を示した回路ブロック図で、図1Aにおいて10はデジタルパワーアンプを構成するD級増幅器の要部を示し、D級増幅器10はスイッチング制御信号発生器11、電力スイッチング部12、パワーL PF部13及び電力スイッチング部12の負荷となる音響スピーカ部14で構成されている。この電力スイッチング部12は、2個のPチャンネルタイプパワーMOSFET素子12A、12Bをカスケード(cascade)接続して構成され、パワーL PF部13は図2に示したパワーL PF部3と同じくLC型パワーL PF部で構成されている。

【0016】NチャンネルタイプパワーMOSFET素子12Aのソース側とNチャンネルタイプパワーMOSFET素子12Bのドレイン側の接続中点がパワーL PF部13の入力端13Aに接続され、このパワーL PF部13の出力端13Bが音響スピーカ部14の信号入力の一端側に接続され、この音響スピーカ部14の信号入力の他端側が接地されている。そしてパワーL PF部13を構成している chokeコイル13Cの一端側が入力端13Aに接続され、この chokeコイル13Cの他端側がパワーL PF部13を構成しているコンデンサ素子13Dの一端側に接続され、このコンデンサ素子13Dの他端が接地され、 chokeコイル13Cとコンデンサ素子13Dの接続中点がパワーL PF部13の出力端13Bに接続されている。

【0017】次にこのスイッチング制御信号発生器11の一例を図1Bに示して詳細に説明する。

【0018】スイッチング制御信号発生器11はオーバーサンプリングフィルタ16、 $\Delta\Sigma$ 型変調器17、インバータ18及び信号ホールド部19で構成されている。そして入力端子15がオーバーサンプリングフィルタ(以下の説明ではOSFと称する)16の入力側に接続され、このOSF16の出力側が $\Delta\Sigma$ 変調器17の入力側に接続され、この $\Delta\Sigma$ 変調器17の出力側がインバータ18の入力側及び信号ホールド部19の第1の信号入力側19Aに接続され、このインバータ18の出力側がこのホールド部19の第2の信号入力側19Bに接続され、ミューティング信号入力端子11Dがこのホールド部19の第3の信号入力側19Cに接続されている。

【0019】そしてこのホールド部19の第1の出力端19Dが第1の出力端11Bに接続され、第2の出力端19Eが第2の出力端11Cに接続されている。

【0020】次にこの $\Delta\Sigma$ 型変調器17の一例を図1Cに示して詳細に説明する。

【0021】図1Cはこの $\Delta\Sigma$ 型変調器の要部の構成を示したブロック図で、 $\Delta\Sigma$ 型変調器17は信号入力端21、信号加算器23、信号積分器24、1ビット符号化を行う量子化器25、1サンプルディレイ26及び信号出力端27を有して構成されている。またこの $\Delta\Sigma$ 型変

調器17全体の動作は、クロック信号の入力端28に入力されるクロック信号S6に同期して実行される。

【0022】つぎにこの $\Delta\Sigma$ 型変調器17の動作について説明する。なお信号入力端21に入力されるオーバーサンプルされたデジタル音声帯域信号S7（以下の説明においては高速デジタル入力信号と称する）は、一例としてアンチエリアシングフィルタ（anti-aliasing filter）により予め必要な周波数帯域に制限された音声帯域信号である。

【0023】信号入力端21に入力された高速デジタル入力信号S7が信号加算器23の正極性入力側に供給され、この信号加算器23の負極性入力側に供給されるフィードバック信号S11との差分値の信号S8が、この信号加算器23の出力側から信号積分器24の入力側に供給される。そしてこの信号積分器24を介して信号S8がクロック信号S6の周期に同期して積分され、信号S9として信号積分器24から出力され、1ビット符号化を行う量子化器25の入力側に供給される。

【0024】そしてこの入力された信号S9が、量子化器25を介して四捨五入あるいは切り捨て処理されて1ビットに丸められて、分解能が1ビットであるも高精度の量子化・符号化が行われて得られた1ビットのパルス密度変調状態のデジタル信号S10が量子化器25から出力され、このデジタル信号S10がディレイ26の入力側に供給され、このディレイ26を介して1サンプル遅れたフィードバック信号S11が出力され、上述したことなく、このフィードバック信号S11が信号加算器23の負極性入力側に供給され入力信号S7から減算される。

【0025】一方この1ビットのパルス密度変調状態のデジタル信号S10が信号出力端27から出力されるか、あるいはこのデジタル信号S10が必要に応じてPWM（pulse width modulation）変調器を介してこの密度変調状態がPWM信号に変換されて信号出力端27から出力される。

【0026】更に図1Cに示されている演算手順を詳細に説明すると、量子化器25の信号出力側から入力側にディレイ26、信号加算器23及び信号積分器24を介して信号負帰還ループが形成されていることにより、この量子化器25で上述した丸め誤さに起因して発生しこのデジタル信号S10に混入した量子化ノイズが微分特性を持つため、このデジタル信号S10の低い周波数帯域、すなわち音声信号帯域のDレンジが広がる方向に改善される。

【0027】このように量子化ノイズが排除されることによりDレンジが改善されるようにする技術は、ノイズシェーピング（noise shaping）と呼称される。また図1Cに示した例では一次帰還によるノイズシェーピングの例を示したが、図1Cに示した例において、この一次帰還によるノイズシェーピング以外に、2次、3次帰還

と帰還ループを増やすことによりノイズシェーピングをおこなわせるようにしてこの改善効果をより高めるようにも良いことは勿論である。

【0028】つぎに図1に示したデジタルパワーアンプの一具体例を示すD級増幅器の動作を説明する。

【0029】入力端子15に入力された可聴周波数帯域デジタル信号S1Dが $\Delta\Sigma$ 型変調器17を介して1ビットのパルス密度変調状態のデジタル信号S10に変換され、この信号S10が信号ホールド部19の第1の信号

10 入力側19Aに入力され、一方この信号S10がインバータ18を介して位相反転され、この位相反転されたパルス密度変調信号S10Aが信号ホールド部19の第2の信号入力側19Bに入力される。

【0030】なおデジタル信号S10の代わりに、上述したPWM信号が第1の信号入力側19Aに入力されるとともに、インバータ18を介して位相反転され、この位相反転されたこのPWM信号が信号ホールド部19の第2の信号入力側19Bに入力されるようにもよい。しかしながらこのPWM信号に基づく動作はデジタル信号S10に基づく動作と同じになるため、説明を省略する。

【0031】そしてミューティング信号入力端子11Dに、D級増幅器10の外部からミューティング信号が入力されない状態においては、これらデジタル信号信号S10及びS10Aの夫々が信号ホールド部19を通過して、このデジタル信号S10が第1のスイッチング信号S12として電力スイッチング部12側のパワーMOSFET素子12Aのゲートに供給され、S10を位相反転したデジタル信号S10Aが第2のスイッチング信号S13としてパワーモスフェト素子12Bのゲートに供給される。

【0032】したがってパワーMOSFET素子12Aがオン状態のときには、パワーMOSFET素子12Bがオフ状態になるように、パワーMOSFET素子12Aがこの第1のスイッチング信号S12によりオン及びオフ状態にスイッチングされ、パワーMOSFET素子12Bが第2のスイッチング信号S13によりオン及びオフ状態にスイッチングされ、パルス密度変調信号S10の1ビットのパルス密度変調状態に応じて相補的にスイッチングされる。

【0033】そしてこの相補的なスイッチング動作に基づきスイッチングされた状態の電力が、パワーMOSFET素子12Aのソース側とパワーMOSFET素子12Bのドレイン側の接続中点から、パワーランプ部13の入力端13Aに供給され、パワーランプ部13を介して可聴周波数帯域電力が抽出され、パワーランプ部13の出力端13B及び接地側の間から、この可聴周波数帯域電力が音響スピーカ部14に供給され、音響信号に変換される。

50 【0034】一方ミューティング信号入力端子11D

に、ミューーティング信号がD級増幅器10の外部から入力されかつこの入力状態が維持されている期間においては、パルス密度変調信号S10及びS10Aの有無にかかわらず、信号ホールド部19において第1の出力端19Dから出力される第1のスイッチング信号S12がローレベルの状態に維持され、第2の出力端19Eから出力される第2のスイッチング信号S13はハイレベルの状態に維持される状態になされる。

【0035】したがってこの状態においては、可聴周波数帯域デジタル信号S1Dがスイッチング制御信号発生器11の入力端11Aに供給されているか否かにかかわらず、このミューーティング状態が維持されている期間においては、パワーMOSFET素子12A、12Bの双方において無駄な電力が消費されるのを確実に防止することができる。またパワーランプ部13内の電流を接地側に逃す経路が確保され、このパワーランプ部13及びその負荷である音響スピーカ部14が瞬間に流れる過電流で破壊されるのを確実に防止することができる。さらにまたこのミューーティング状態が維持されている期間においては、パワーMOSFET素子12A、12Bの双方のスイッチング動作がおこなわれないので、更に不要輻射を低減することができる。

【0036】なお本例においては、 $\Delta\Sigma$ 型変調器17を用いて、可聴周波数帯域信号のレベル変化に応じて生成した1ビットのパルス密度変調信号に基づいてパワーMOSFET素子12A、12Bの双方に対してスイッチング動作を行わせるようにした例を説明した。

【0037】しかしながら本例においては、図2に示したPWMアンプを用いて可聴周波数帯域信号のレベル変化をPWM信号に変換しこのPWM信号に応じてパワーMOSFET素子12A、12Bの双方に対して相補的にスイッチング動作を行わせるように構成してもよく、パワーMOSFET素子12A、12Bの双方に対し、この可聴周波数帯域信号のレベル変化に応じたスイッチング動作をおこなわせるために、その他の既知の手段・方法を適用してもよいことは勿論である。

【0038】さらに本例においては、入力信号を可聴周波数帯域信号としたが、この入力信号15としてモータコントロール信号など他の入力信号であってもよいことは勿論である。但しこの場合には音響スピーカ部14の代わりにモータが負荷となることは勿論である。

【0039】つぎに図3を参照しながら図1と同一の部分には同一符号を付与して詳細な説明を省略して本発明のデジタルパワーアンプの他の実施の一例について説明する。

【0040】図3は、デジタルパワーアンプの一具体例としてD級増幅器の一例を示した回路ブロック図で、図3に示したD級増幅器の構成において、図1に示したD級増幅器の構成と異なる点は、電力スイッチング部12の異常を検出するための異常検出手段31及びオアゲー

ト(OR gate)部32を設け、この異常検出手段31で、電力スイッチング部12に異常が発生したことが検出されたことを示す信号S14及びミューーティング信号入力端子11Dに入力されるミューーティング信号がこのオアゲート部32に入力され、このオアゲート32のゲート出力側から信号ホールド部19の第3の信号入力側19Cに、これら信号の何れか一方または双方が入力されるように構成されている点である。

【0041】そして電力スイッチング部12の異常が検出されたときには、オアゲート32を介して、スイッチング制御信号発生器11側に設けられた信号ホールド部19の第3の信号入力側19Cにこの信号S14が供給される。そしてこの信号S14が供給される状態が維持されている期間においては、パルス密度変調信号S10及びS10Aの有無にかかわらず、信号ホールド部19において第1の出力端19Dから出力される第1のスイッチング信号S12がローレベルの状態に維持され、第2の出力端19Eから出力される第2のスイッチング信号S13がハイレベルの状態に維持される状態になされる。

【0042】よって図3に示した例においては、異常検出手段31及びオアゲート32によりこのような構成を図1に示したD級増幅器10の構成に付加したことにより、このミューーティング状態が維持されている期間であるか否かにかかわらず、電力スイッチング部12の異常が発生したときには、パワーMOSFET素子12A、12Bが確実に保護され、またパワーランプ部13内の電流を接地側に逃す経路が確保され、このパワーランプ部13及びその負荷である音響スピーカ部14が瞬間に流れる過電流から確実に保護されるようになることができる。

【0043】なお電力スイッチング部12に異常が発生したことが検出されるようにする手段としては、電源Vccから電力スイッチング部12に供給される電流量を検出しこの電流量が予め規定されている値を超えたときに、この信号S14が生成される手段をこの電力スイッチング部12に設ける。あるいは電力スイッチング部12の発熱状態を検出し、この発熱量が予め規定されている値を超えたときに、この信号S14が生成される手段をこの電力スイッチング部12に設ける等、その他各種の異常検出手段をこの電力スイッチング部12に設けることにより、この異常が発生したことを検出する目的を達成するようにしてもよいことは勿論である。

【0044】また図1及び図3に示した例においては、電力スイッチング部12の異常が検出されたときにはパワーMOSFET素子12Aをオフ状態にすると共に、パワーMOSFET素子12Bをオンするようにした例として説明したが、本例においては、ミューーティング信号入力端子11Dにミューーティング信号が入力されたときに、パワーMOSFET素子12A及び12Bの双方

をオフ状態となるように制御するようにもよいことは勿論である。

【0045】さらにまた図1及び図3に示した例においては、電力スイッチング部12に電力を供給する電源を単電源で構成した例として説明した。しかしながら本例においてはこの構成に限定されることなく、電力スイッチング部12に電力を供給する電源を、+Vccを供給する電源と-Vccを供給する2電源方式で構成してもよいことは勿論である。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の請求項1記載のデジタルパワーアンプによれば、スイッチング制御信号に基づきスイッチング制御される電力スイッチング部にミューティング信号が入力された状態においては、このスイッチング制御信号の有無にかかわらず、電力スイッチング部のスイッチング動作を停止させることができるので、このデジタルパワーアンプの消費電力を十分低くおさえることができる。

【0047】また本発明の請求項2記載のデジタルパワーアンプによれば、スイッチング制御信号に基づきスイ

ッチング制御される電力スイッチング部の異常を示す信号がハイレベルとされた状態においては、このスイッチング制御信号の有無にかかわらず、電力スイッチング部のスイッチング動作を停止させることができるので、この電力スイッチング部を確実に保護することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるデジタルパワーアンプの実施の形態の一例の説明に供する回路ブロック図である。

【図2】従来のD級増幅器の説明に供する回路ブロック

10 図である。

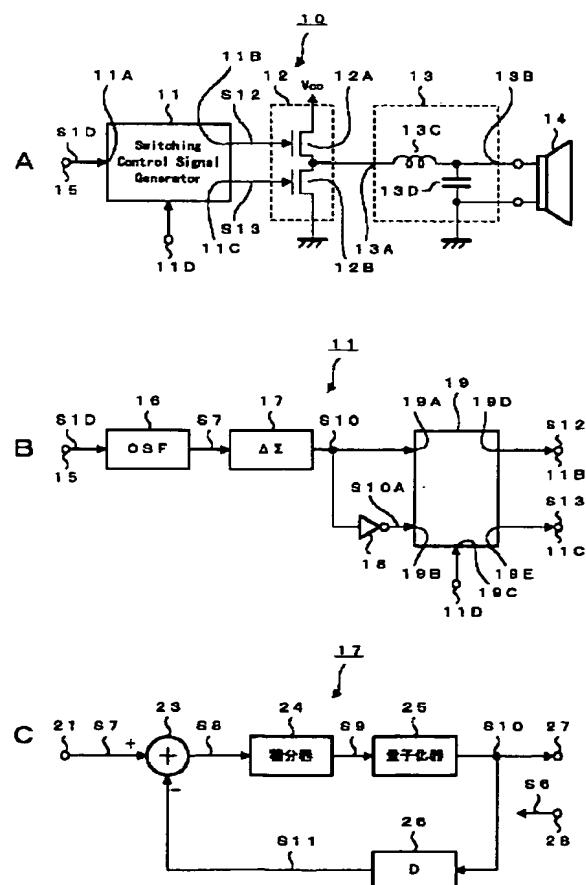
【図3】本発明によるデジタルパワーアンプの実施の形態のほかの一例の説明に供する回路ブロック図である。

【符号の説明】

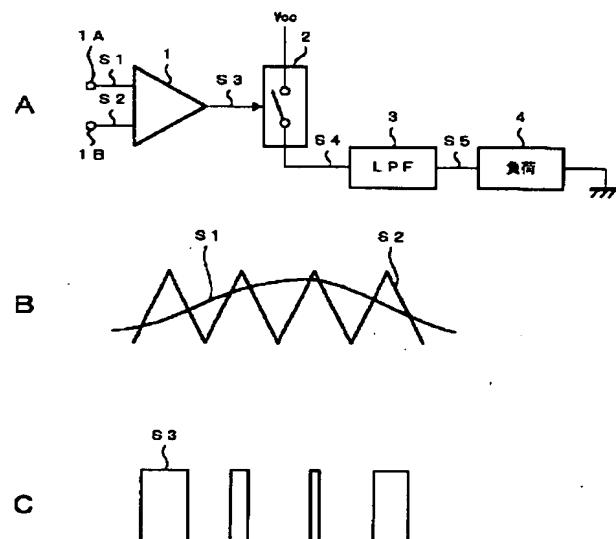
10 D級増幅器、11 スイッチング制御信号発生器、11D ミューティング信号入力端子、
12 電力スイッチング部、13 パワーLPF部、14 音響スピーカ部、17 ΔΣ型変調器、
S1D 可聴周波数帯域デジタル信号、S12 第1のスイッチング信号、S13 第2のスイッチング信号

20

【図1】

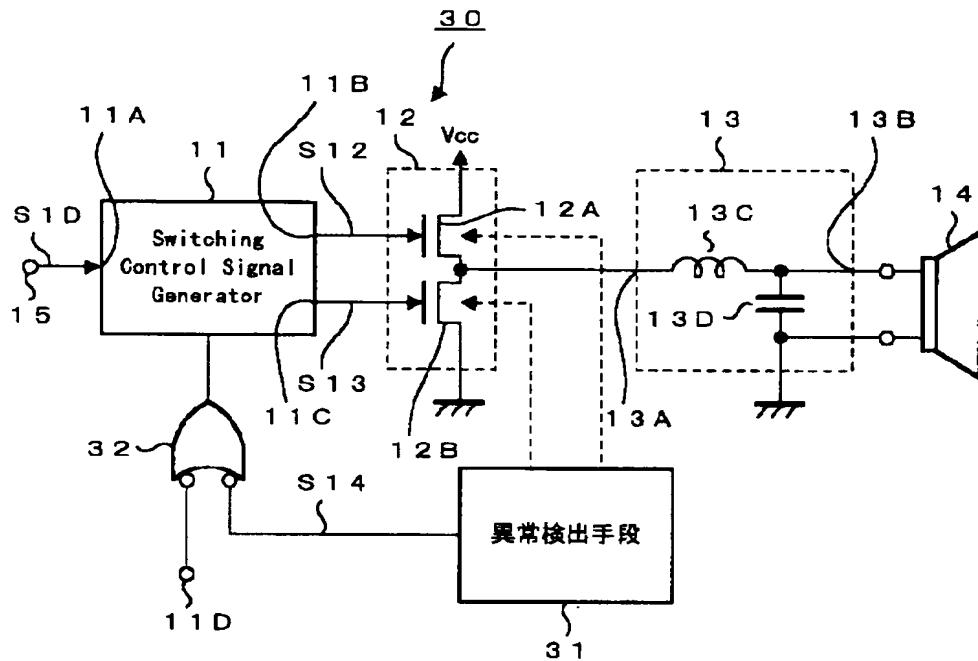


【図2】



C

【図3】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5J069 AA02 AA24 AA26 AA41 AA54
 AA66 AC01 CA36 CA56 FA18
 HA10 HA29 HA33 HA39 KA00
 KA04 KA17 KA19 KA26 KA31
 KA33 KA41 KA42 KA53 KA62
 MA08 MA13 SA05 TA01 TA06
 5J091 AA02 AA24 AA26 AA41 AA54
 AA66 CA36 CA56 FA18 HA10
 HA29 HA33 HA39 KA00 KA04
 KA17 KA19 KA26 KA31 KA33
 KA41 KA42 KA53 KA62 MA13
 SA05 TA01 TA06 UW02 UW10
 5J092 AA02 AA24 AA26 AA41 AA54
 AA66 CA36 CA56 FA18 HA10
 HA29 HA33 HA39 KA00 KA04
 KA17 KA19 KA26 KA31 KA33
 KA41 KA42 KA53 KA62 MA08
 MA13 SA05 TA01 TA06

Best Available Copy